

FACULTAD DE ÓPTICA Y OPTOMETRIA
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

MÁSTER EN OPTOMETRÍA Y VISIÓN

**EVOLUCIÓN DEL ERROR REFRACTIVO Y
BIOMETRÍA OCULAR EN UNA POBLACIÓN
JOVEN-ADULTA. IMPACTO DE LAS
NUEVAS TECNOLOGÍAS**

**EVOLUTION OF REFRACTIVE ERROR AND OCULAR
BIOMETRICS IN A YOUNG-ADULT POPULATION. IMPACT OF
NEW TECHNOLOGIES**

Trabajo presentado por:

INÉS CASTEDO LÓPEZ (icastedo@ucm.es)

CARMEN CARREÑO RODRÍGUEZ (ccarreño@ucm.es)

Dirigido por:

DR. MIGUEL ÁNGEL MUÑOZ SANZ (mamunoz@opt.ucm.es)

DEPARTAMENTO DE ANATOMÍA Y EMBRIOLOGÍA

DRA. NURIA GRAZÓN JIMÉNEZ (nurgarzon@opt.ucm.es)

DEPARTAMENTO DE OPTOMETRÍA Y VISIÓN

En Madrid a 17 de Junio de 2019.

**Presentado en la Convocatoria del 2 de julio del 2019, obteniendo la calificación
de 9.2 sobre escala de 10.**



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID.

FACULTAD DE ÓPTICA Y OPTOMETRÍA

MÁSTER EN OPTOMETRÍA Y VISIÓN

DR. MIGUEL ÁNGEL MUÑOZ SANZ, del DEPARTAMENTO DE ANATOMÍA Y EMBRIOLOGÍA y DRA. NURIA GARZÓN JIMÉNEZ, del DEPARTAMENTO DE OPTOMETRÍA Y VISIÓN.

AUTORIZA:

La presentación del trabajo titulado EVOLUCIÓN DEL ERROR REFRACTIVO Y BIOMETRÍA OCULAR EN UNA POBLACIÓN JOVEN-ADULTA. IMPACTO DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS

realizado por INÉS CASTEDO LÓPEZ y CARMEN CARREÑO RODRÍGUEZ, bajo nuestra dirección y supervisión, y que presenta para la evaluación en la asignatura Trabajo Fin de Máster del Master en Optometría y Visión de la UCM.

Madrid, 17 de JUNIO de 2019.

Fdo.: Dr. Miguel Ángel Muñoz Sanz

Fdo.: Dra. Nuria Garzón Jiménez

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecer a nuestros tutores, incluyendo a Félix González Blanco, por toda la ayuda prestada para poder llevar a cabo este trabajo, así como por su paciencia infinita en todos los momentos que los hemos necesitado. Ha sido todo un placer poder trabajar con vosotros.

En segundo lugar, nos gustaría agradecer la colaboración de todos los voluntarios que han participado en este estudio.

En tercer lugar, dirigimos a todos aquellos profesores y miembros docentes de la Facultad de Óptica y Optometría de la Universidad Complutense de Madrid, que nos han proporcionado los conocimientos necesarios para que podamos desempeñar esta profesión tan bonita.

Por último, agradecer a todas aquellas personas, familiares y amigos, que nos han apoyado para que sigamos adelante y nos han dado las fuerzas necesarias para que lleguemos hasta aquí.

Carmen Carreño Rodríguez e Inés Castedo López

ABREVIATURAS

ACD	Profundidad de cámara anterior
AL	Longitud axial
AST. CORNEAL	Astigmatismo corneal
AV	Agudeza Visual
CCT	Espesor corneal
D	Dioptrías
DISP ELECT	Dispositivos electrónicos
DMP	Degeneración Marginal Pelúcida
K	Queratometría
LT	Espesor del cristalino
µm	Micrómetros
mm	Milímetros
MPMAV	Máximo Positivo Mejor Agudeza Visual
RC	Radio Corneal
RX	Refracción
UCM	Universidad Complutense de Madrid
VL	Visión Lejana
VP	Visión Próxima

ÍNDICE:

RESUMEN.....	5
ABSTRACT	5
INTRODUCCIÓN.....	7
HIPÓTESIS	11
OBJETIVOS	11
MATERIAL Y MÉTODO	12
1. BIOMETRÍA: LENSTAR LS-900.....	13
2. ESTADO REFRACTIVO:.....	14
2.1. AUTOREFRACTÓMETRO NIDEK ARK-700:.....	14
2.2. OPTOTIPO, GAFAS DE PRUEBAS Y CAJA DE LENTES DE PRUEBA:	15
3. PROCEDIMIENTO.....	16
4. ASPECTOS ÉTICOS.....	17
5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	17
RESULTADOS.....	18
1. EXPOSICIÓN DE LOS DATOS.....	18
2. ANÁLISIS Y COMPARATIVAS.....	21
2.1. Variación de la AL:.....	21
2.2. Variación del estado refractivo:	22
2.3. Relación entre AL con RX:.....	23
2.4. Relación entre la Km con horas en VP:	24
2.5. Relación entre AL y Km:.....	24
2.6. Relación entre la ACD con las horas en VP:.....	25
2.7. Relación entre la AL y el número de horas en VP y en VL:.....	26
DISCUSIÓN.....	27
BIBLIOGRAFÍA.....	37
ANEXO I – CUESTIONARIO RELLENADO POR LOS PARTICIPANTES.....	41
ANEXO II – ACEPTACIÓN DEL COMITÉ DE ÉTICA	43
ANEXO III – INFORMACIÓN PARA LOS PARTICIPANTES SOBRE EL ESTUDIO....	44
ANEXO IV – CONSENTIMIENTO INFORMADO.....	46

ÍNDICE DE FIGURAS:

Figura 1. Proporción de emétropes, hipermétropes y miopes en 2019.....	19
Figura 2. Proporción de emétropes, miopes e hipermétropes en 2008.....	20
Figura 3. Representación en diagrama de cajas de la AL de la población de 2008 y 2019.....	21
Figura 4. Representación en diagrama de cajas del estado refractivo de la población de 2008 y 2019.....	22
Figura 5. Representación de longitud axial frente a la refracción en la población de 2019.....	23
Figura 6. Representación de longitud axial frente a la refracción en la población de 2008.....	24
Figura 7. Representación de longitud axial frente a queratometría en 2019.....	25
Figura 8. Representación de longitud axial frente a queratometría en 2008.....	25

ÍNDICE DE TABLAS:

Tabla 1. Datos demográficos de la población a estudio.....	18
Tabla 2. Datos de la encuesta realizada sobre dispositivos electrónicos.....	18
Tabla 3. Datos demográficos población del 2008.....	19
Tabla 4. Tabla comparativa y descriptiva de ambas poblaciones divididas en miopes, hipermétropes y emétropes.....	20
Tabla 5. Descripción de las dos poblaciones a comparar (2019 vs 2008) en valores de AL.....	22
Tabla 6. Comparativa entre estudios de Grosvenor y Scott de 1991; y Kinge et al de 1999, variación de la AL y del RX (equivalente esférico).....	29
Tabla 7. Horas totales al día de VP y de horas al aire libre en la población de 80 jóvenes-adultos, asociados a miopía, hipermetropía y emetropía.....	32

RESUMEN

Objetivo: Determinar si se han producido cambios en el estado refractivo y en los parámetros biométricos oculares en una población joven-adulta relacionado con el aumento del tiempo de trabajo en visión próxima por el uso de las nuevas tecnologías.

Material y método: 80 estudiantes de la facultad de Óptica y Optometría con edades comprendidas entre 18 y 25 años (21.06 ± 1.86 años). Pantalla ETDRS y autorrefractómetro Nidek ARK-700 para determinar la refracción. Biómetro óptico Lenstar para medida de los parámetros oculares. Cuestionario para determinar las horas de visión próxima y al aire libre.

Resultados: Ligera tendencia hacia el aumento de la longitud axial y el aumento del radio corneal, además de una media de 12.18 ± 6.13 horas de uso de visión próxima y dispositivos electrónicos.

Conclusiones: Tendencia a un aumento de la AL y del error refractivo, unido a un aplanamiento corneal. La relación entre el crecimiento axial y el aplanamiento corneal pueden compensan la refracción ocular.

Palabras clave: error refractivo, longitud axial, miopía, visión próxima, dispositivos electrónicos.

ABSTRACT

Purpose: To determine if there have been changes in the refractive state and biometric eye parameters in a young-adult population related to the increase of working time in near vision by the use of new technologies.

Material and method: 80 students of the degree of Optics and Optometry aged between 18 and 25 years (21.06 ± 1.86 years). ETDRS chart and Nidek ARK-700 autorefractometer to determine refraction. Lenstar optical biometer for measuring eye parameters. Questionnaire to determine the hours of near vision and outdoors.

Results: Slight tendency towards the increase of the axial length and the increase of the corneal radius, in addition to an average of 12.18 ± 6.13 hours of use of near vision and electronic devices.

Conclusions: Tendency to an increase in axial length and refractive error, added to a corneal flattening. The relationship between axial growth and corneal flattening can compensate the ocular refraction.

Key words: refractive error, axial length, myopia, near vision, electronics devices.

INTRODUCCIÓN

El uso de las nuevas tecnologías, como son internet, la telefonía móvil, videojuegos y televisión, se han instaurado de manera precipitada en la vida de muchos jóvenes en los últimos años. La tecnología puede ser de gran ayuda en las vertientes académicas o comunicativas, pero su uso inadecuado y abusivo puede traer consecuencias negativas sobre la visión tanto para jóvenes como para los adultos.¹

Actualmente, en el ámbito de la educación, la mayoría de los estudiantes de países desarrollados utilizan las tecnologías (ordenadores, tablets, etc.) en clase desde la etapa primaria, lo que se traduce en un mínimo de cuatro o cinco horas al día de uso de estos dispositivos con la intención de obtener un mejor rendimiento y aprendizaje. Lo que no se tiene en cuenta son las consecuencias futuras asociadas a este uso, como, por ejemplo, la fatiga visual, ojo seco a corto plazo y el posible riesgo de miopización a largo plazo.²

El abuso de las pantallas puede acarrear fatiga visual y ojo seco entre otros síntomas. Aun conociendo estas consecuencias a corto plazo, es necesario conocer qué consecuencias traerán a largo plazo el uso de las tecnologías, y el consiguiente trabajo en visión cercana, en las generaciones venideras.

La miopía puede surgir con el abuso de las nuevas tecnologías. Se estima que para el 2050 alcance valores de prevalencia a nivel mundial del 50%, afectando a casi cinco mil millones de personas y mil millones con miopía patológica (10% de la población mundial).³ Por otro lado, según datos aportados en el 2013 por el Colegio Nacional de Ópticos-Optometristas se estima que uno de cada tres jóvenes desarrollarán para el 2020 miopía, a consecuencia del uso excesivo de tablets y smartphones.⁴ Esto lo asocian fundamentalmente, el uso excesivo del sistema acomodativo durante largos periodos de tiempo sin descanso,⁵ causado por el incremento de la utilización de dispositivos electrónicos que demandan de esta visión próxima.⁴

La miopía es actualmente considerada una patología causada por la interacción de varios factores. Entre ellos se encuentran: factores genéticos,^{6,7} factores ambientales⁷ o la etnicidad.^{3,8} En cuanto al factor genético se refiere, hay un riesgo diez veces mayor de padecer miopía cuando prevalece el primer grado de consanguinidad, o por la presencia de ciertos genes que pueden regular el crecimiento ocular (0.5 - 2.9%).⁷ Por otro lado, la miopía también está relacionada con la etnia, teniendo una mayor prevalencia en la raza asiática (asociada a la elevada carga educacional de estos

países).^{3,8} Por último, también está relacionado con factores ambientales, como pasar poco tiempo al aire libre.⁷

El estilo de vida y los factores ambientales son factores importantes. Los países más desarrollados con una carga educacional elevada, especialmente en edades muy tempranas, son los que más prevalencia presentan^{9,10} como ocurre en países como Singapur, Corea, Taiwán y China.¹¹ Esta relación parece ir asociada a las grandes demandas de trabajo en visión próxima y las pocas horas que los niños pasan realizando actividades al aire libre, así como el uso excesivo de dispositivos electrónicos utilizándolos a tan corta distancia u otras causas propuestas que incluyen los niveles de luz, que pueden estar directamente relacionados con el tiempo utilizado al aire libre.³ En este sentido, diferentes estudios han propuesto que la actividad física y la luz del día presentan un posible factor de protección frente la miopía, pero el trabajo en visión próxima y la poca luz son considerados un factor de riesgo.^{12,13}

La miopía se puede clasificar en base a la gravedad, edad de aparición, progresión y consecuencias patológicas.¹⁰ Los síntomas clínicos aparecen entre los 8 y 14 años de edad, durante el periodo de la primaria o secundaria, pero la mayor progresión continua entre los 10 y 15 años, hasta los 30, cuando pueden aparecer las consecuencias patológicas. La miopía magna se considera a partir de un error refractivo de -6.00 D, con una longitud axial (AL) mayor a 26 mm. Esto aumenta drásticamente el riesgo de complicaciones retinianas posteriores como son la maculopatía miópica, daños retinianos y/o glaucoma.⁸

Mediante el proceso de emetropización del ojo, los componentes de este (curvatura corneal, espesor del cristalino y AL) varían de forma que el ojo crece buscando la emetropía.¹⁴ Comienza produciéndose borrosidad en la retina producida por el aumento de la AL que, mediante el cambio dióptrico de la córnea y el cristalino, esta borrosidad se ve compensada.¹⁵ En cambio, estos cambios no están totalmente controlados, y se pueden producir errores refractivos.¹⁶ Se ha visto que generalmente los diferentes tipos de miopía están asociadas al aumento de la AL de los ojos debido al proceso por el cual la retina modula dicha longitud cuando se detecta un signo de desenfoque.⁷ Se ha observado que por cada aumento de 1mm en la AL del globo ocular, la miopía aumenta hasta 3D aproximadamente.¹⁷

Por otro lado, también ha sido relacionada la acomodación con la progresión de la miopía, sugiriéndose que a mayores demandas de acomodación prolongada se produce un aumento de la miopía. Además, conociendo que la progresión de la miopía está relacionada con el aumento de la AL, no es de extrañar que exista una correlación

entre el aumento de la AL con el uso de la acomodación.¹⁸ Diferentes estudios ya han abordado este tema y han observado que períodos cortos realizando actividades en visión próxima pueden afectar al aumento de la AL en jóvenes-adultos.^{12,13,19} Se piensa que ese aumento puede ser debido a la fuerza aplicada por la contracción del músculo ciliar en la coroides, y que, para poder mantener la presión ocular de manera constante, el globo ocular se elonga.⁵ Además, se ha concluido que el aumento de la AL con el uso de la acomodación se observa en la población joven y en menor o nula proporción en la adulta (prébsita), ya que, aunque el músculo ciliar puede seguir funcionando, los tejidos del globo ocular se vuelven más rígidos con la edad y por tanto esa elongación ya no se produce.²⁰ También se ha observado que, en ciertos casos, esta elongación es transitoria, es decir, cuando el ojo acomoda se produce un aumento de la AL, sin embargo al dejar de acomodar, se ha visto que el globo ocular vuelve a su tamaño normal.¹³ En el caso de los emétropes la regresión es prácticamente instantánea, pero en el caso de los miopes esa regresión se produce tiempo después de haber dejado de acomodar. Todo esto puede darnos la suposición de que el efecto de la acomodación afecta a la biomecánica del globo ocular en cuanto al error refractivo se refiere y que la elongación observada en los miopes, tras el trabajo en cerca, puede considerarse una miopía inducida transitoria.¹³ Pero en diferentes estudios se ha visto que las diferencias de AL y de acomodación en relación a los valores base previos recogidos, eran pequeñas lo que nos daría una miopía inducida de pequeño valor.^{13,18}

Según Gil del Río ²¹ la AL media del ojo adulto es de 23 a 24 mm. Por cada aumento de 1 mm en la AL, la miopía aumenta en 3.00 D aproximadamente. Las dimensiones medias de los componentes del ojo sano adulto para este autor son:

- Longitud eje anteroposterior: 24,2 mm.
- Profundidad de la cámara anterior: 2,8 mm.
- Espesor cristalino: 4,6 mm.
- Longitud del cuerpo vítreo: 16,3 mm.
- Radio corneal medio en el centro de la córnea: 7,8 mm.¹⁷

En cuanto al resto de los parámetros biométricos, como son la profundidad de cámara anterior (ACD) o el espesor de cristalino (LT), también se ven afectados por la acomodación. Estudios mediante Tomografía de Coherencia Óptica y Biometría han visto que la ACD disminuye en mayor o menor medida con el grado de acomodación que se estimule, y, sin embargo, la LT aumenta. En cuanto a la relación con el error refractivo, la ACD de los miopes es elevada y la LT menor en comparación con los hipermétropes, pero otros estudios presentan discrepancias en esta relación con el error

refractivo, ya que declaran que no existe diferencia de espesor en cada tipo de ametropía.²²⁻²⁴ Otras modificaciones de la refracción pueden relacionarse con cambios en la toricidad corneal o del cristalino, etc.^{22,25-27}

HIPÓTESIS

La hipótesis de nuestro estudio es que se han producido cambios en la AL del globo ocular y en el error refractivo en una población joven-adulta con respecto a una población similar, evaluada hace treinta años, por el uso de las nuevas tecnologías.

OBJETIVOS

El objetivo del estudio es determinar los cambios biométricos y evolución del error refractivo en una población joven-adulta están asociados al uso de las nuevas tecnologías en visión cercana en los últimos treinta años.

Objetivo principal:

Estudiar la posible variación de la AL entre una población estudiante actual de la facultad de Óptica y Optometría respecto a una población estudiante de 2008, también de la facultad de Óptica y Optometría.

Objetivos secundarios:

1. Estudiar la variación del estado refractivo.
2. Estudio de la relación entre la AL y la refracción (RX).
3. Conocer si se produce un aplanamiento de la queratometría corneal cuando aumenta el tiempo de uso de la visión próxima.
4. Determinar si se produce un aumento de la ACD cuando aumenta el tiempo de uso de la visión próxima.
5. Relación entre la AL y el tiempo que se emplea en tareas de visión próxima, así como en visión lejana al aire libre.

Para lograr nuestro objetivo en este trabajo fin de máster, hemos partido como la continuación de un estudio previo realizado 2008 en la Facultad de Óptica y Optometría de la Universidad Complutense de Madrid (*“Axial Length, Corneal Radius, and Age of Myopia Onset”*)¹ que evaluaba el estado refractivo y biométrico de una población joven-adulta.

MATERIAL Y MÉTODO

Este es un estudio experimental, transversal, controlado no aleatorizado en donde se han obtenido los datos de biometría ocular y refracción de participantes pertenecientes a la Facultad de Óptica y Optometría de la Universidad Complutense de Madrid, con el fin de observar los cambios en los valores de AL y RX en los últimos treinta años, con el uso de la visión próxima con las nuevas tecnologías.

La muestra del estudio ha sido calculada mediante Survey System (Creative Research Systems) para un nivel de confianza del 95%, y teniendo en cuenta los datos del trabajo de Holden BA. *“Global prevalence of myopia and high myopia and temporal trends from 2000 through 2050”*. Ophthalmology. 2016; 123:1036-42; donde la prevalencia de la miopía descrita es del 23%.

Se obtuvieron 80 participantes, donde las variables a recoger fueron:

- Edad: de entre 18 y 25 años.
- Sexo: Masculino o Femenino.
- Error Refractivo: miopía e hipermetropía con o sin astigmatismo y emétopes.
- Mayor Positivo con Máxima Agudeza visual (MPMAV).
- Biometría ocular:
 - Longitud axial (AL).
 - Profundidad de cámara anterior (ACD).
 - Queratometría media (Km).
 - Espesor de cristalino (LT).

Los criterios de inclusión fueron:

- Sujetos sanos sin patología ocular previa.
- Consentimiento informado firmado por escrito para realización de las pruebas a estudio.

Los criterios de exclusión incluyeron:

- Patologías oculares previas.
- Cirugías oculares previas (Qx refractivas, trasplantes, etc)
- Ambliopía.
- Anisometropía ($\geq 2.00D$).
- Miopías magnas ($> -6.00D$).
- Cataratas.
- Ectasias corneales (Queratoconos, DMP, etc.).

- Diabetes Mellitus no controlada

A continuación, describiremos el material y el método utilizado para la recogida de datos:

1. BIOMETRÍA: LENSTAR LS-900

El biómetro Lenstar LS-900 (Haag-Streit AG, Koeniz, Switzerland) se introdujo en el mercado en 2009. Entre las características oculares que mide este biómetro se incluyen la AL, ACD, LT, CCT, grosor de la retina, diámetro pupilar y blanco-blanco, así como la queratometría. Estas medidas son realizadas gracias a la incorporación de la tecnología de reflectometría óptica de baja coherencia que cuenta con un diodo superluminiscente de 820 nm.²⁸ Se trata de un biómetro no invasivo, que además permite el cálculo de la potencia de lentes intraoculares en cirugía de cataratas mediante diferentes fórmulas.²⁹



Imagen 1: Biómetro Lenstar LS-900. Realizada por Inés Castedo y Carmen Carreño en la Clínica Optométrica de la Facultad de Óptica y Optometría de la UCM.

Este instrumento ha sido utilizado para la medida de la AL y también de ACD, LT y Km. Para ello, se les pide a los sujetos que apoyen correctamente la barbilla y la frente en la mentora. Posteriormente, tapando el ojo que no va a ser medido, pedimos que fijen el estímulo y que mantengan la fijación sin parpadear mientras se está

realizando la medida biométrica. Realizamos un total de seis medidas en cada ojo, para obtener una medida lo más precisa posible y con un mínimo error. Una vez han sido analizados todos los sujetos exportamos los datos, para la realización del análisis estadístico.

2. ESTADO REFRACTIVO:

Para la realización del examen subjetivo hemos utilizado el autorefractómetro Nidek ARK-700 como instrumento de medida objetiva del estado refractivo del sujeto. Posteriormente, hemos procedido a la medida subjetiva de este, mediante la utilización de una pantalla y un proyector de optotipos, una gafa de pruebas y lentes de la caja de pruebas.

2.1. AUTOREFRACTÓMETRO NIDEK ARK-700:

Este instrumento ha sido utilizado para la medida objetiva del estado refractivo de los participantes. Su tecnología se basa en la proyección de anillos de luz de diodo superluminiscente concéntricos. Estos anillos se proyectan a través de la pupila en los 2.7 mm centrales de la retina. El autorrefractómetro capta la imagen de los anillos proyectada por la retina. Los sensores interpretan la forma de los anillos reflejados como miopía, hipermetropía y astigmatismo. El instrumento realiza tres medidas y, a partir de ellas, calcula automáticamente la fórmula esferocilíndrica de la refracción objetiva del paciente.



Imagen 2: Autorefractómetro Nidek ARK-700. Realizada por Inés Castedo y Carmen Carreño en la Clínica Optométrica de la Facultad de Óptica y Optometría de la UCM.

2.2. OPTOTIPO, GAFAS DE PRUEBAS Y CAJA DE LENTES DE PRUEBA:

El ETDRS es un optotipo que consta de 14 filas donde cada línea contiene cinco letras y el espacio entre ellas es exactamente el tamaño de las letras de la misma línea y el espacio entre las líneas es igual al tamaño del optotipo de la línea inferior. Generalmente se emplean las letras diseñadas por Louise Sloan en 1957 (C, D, H, K, N, O, R, S, V, Z) o también las empleadas por el British Standard Institution en 1968 (D E F H N P R U V Z). La escala en la que desciende la resolución de las diferentes líneas es de 0.1 (escala logarítmica) y empieza desde 1 hasta -0.3. También encontramos la escala de Snellen, que es la que nosotros vamos a utilizar. La carta de lectura se sitúa a 3 metros del paciente y se ocluye el ojo izquierdo, preguntamos las letras hasta que falle o indique que no distingue alguna de ellas y calculamos la AV como hemos indicado anteriormente. Posteriormente, se ocluye el ojo derecho, para medir la AV del ojo izquierdo repitiendo el procedimiento.³⁰



Imagen 3: Optotipo ETDRS. AV en logMAR y Snellen. Realizada por Inés Castedo y Carmen Carreño en la Clínica Optométrica de la Facultad de Óptica y Optometría de la UCM.

Además, para la correcta graduación de los participantes y la obtención del valor de estado refractivo, utilizamos gafas de prueba y lentes de la caja de prueba.³¹



Imagen 4: Caja de lentes de prueba y gafas utilizadas para la graduación de los participantes. Realizada por Inés Castedo y Carmen Carreño en la Clínica Optométrica de la Facultad de Óptica y Optometría de la UCM.

La medida de la refracción subjetiva se ha realizado en un gabinete de la Clínica de la facultad de Óptica y Optometría habilitada para este estudio. La luminancia media de esta sala era de 985 ± 1 lux. La iluminancia del test ETDRS era de 90 cd/m^2 .

3. PROCEDIMIENTO

Las pruebas han sido realizadas bajo las mismas condiciones a todos los sujetos. En primer lugar, se les hizo contestar un cuestionario (Anexo I) donde debían contestar una serie de preguntas sobre antecedentes personales y familiares y sobre el uso de la visión próxima y en conjunto con el uso de las nuevas tecnologías. El fin de este cuestionario era asegurarnos que estos sujetos cumplieran los criterios de inclusión para participar en el estudio, además de conocer las actividades habituales que realizan para poder analizarlas y relacionarlas con su estado refractivo y biometría ocular.

Posteriormente, se les realizó la biometría con el fin de conocer la AL, ACD, Km y LT de la cada participante.

Por último, procedimos a la medida del estado refractivo, comenzado con un examen objetivo mediante el autorrefractómetro Nidek ARK-700 y a continuación, en base a lo obtenido mediante el autorrefractómetro, se realizó un examen subjetivo monocular. Se obtuvieron los valores de graduación con los cuales los participantes alcanzaban la mejor agudeza visual monocular, con la mejor compensación posible (MPMAV).

Los datos utilizados para este estudio fueron recogidos de todos los ojos derechos, de todos los participantes, a excepción de 2 casos especiales, en donde se midieron los ojos izquierdos por salirse de los parámetros de inclusión.

4. ASPECTOS ÉTICOS

Este estudio, aprobado por el comité de ética (Anexo II) ha seguido los principios estipulados por la declaración de Helsinki. Además, todos los participantes han sido informados de las pruebas a las que han sido sometidos durante el estudio, de forma verbal y por el escrito mediante la entrega del documento del Anexo III. Para que quede constancia, los participantes firmaron un consentimiento informado (Anexo IV). A los datos recogidos de los participantes tendrán acceso el investigador principal y los co-investigadores, monitor, el comité de ética y las autoridades sanitarias correspondientes. Se guardarán todas las medidas necesarias para que los pacientes no sean identificados (asignando un código en las bases de datos) y las medidas de confidencialidad en todo caso se cumplirán con la ley orgánica sobre protección de datos de carácter personal (Ley 15/99).

5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Todos los datos se recogieron en fichas individuales de cada sujeto, en donde se incorporaron el consentimiento informado firmado, el cuestionario y las pruebas realizadas. Todos los datos se adjuntaron a un único excel el cual se incorporó a un software estadístico para la realización de las diferentes observaciones en relación a las pruebas biométricas y de refracción.

El software estadístico que hemos utilizado es el IBM SPSS Statistics en su versión número 25. Para comprobar la normalidad de los parámetros hemos utilizado la prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra. Para aquellos valores que no siguen la normalidad (no paramétricos) e independientes, analizamos la correlación entre los parámetros mediante el test de Spearman, estableciendo $p\text{-valor} < 0.05$ como significancia estadística.

RESULTADOS

1. EXPOSICIÓN DE LOS DATOS

Los datos de la población estudiada se describen en las tablas 1 y 2:

Tabla 1. Datos demográficos de la población a estudio	
N= 80	
Mujeres (N, %)	71 (88.8%)
Hombres (N, %)	9 (11.3%)
Edad (media \pm SD)	21.06 \pm 1.86
RX (media \pm SD)	-1.17 \pm 2.18 D
AL (media \pm SD)	23.72 \pm 1.15 mm
ACD (media \pm SD)	3.59 \pm 0.32 mm
LT (media \pm SD)	3.55 \pm 0.31 mm
Km (media \pm SD)	43.33 \pm 1.40 D
Ast. corneal (media \pm SD)	0.97 \pm 0.58 D

Tabla 2. Datos de la encuesta realizada sobre dispositivos electrónicos		
Horas de uso de móvil al día (N=80)	4.87 \pm 2.65	
Horas de ordenador al día (N=80) (media \pm SD)	2.15 \pm 2.02	
Horas de tablet al día (N=80) (media \pm SD)	0.48 \pm 1.09	
Horas de videojuegos (N=80) (media \pm SD)	0.11 \pm 0.40	
Horas totales con dispositivos electrónicos al día (N=80) (media \pm SD)	7.61 \pm 3.80	
Horas aire libre semana (N=78) (media \pm SD)	9.95 \pm 6.57	
Horas estudio al día (N=78) (media \pm SD)	4.86 \pm 4.66	
Horas totales al día en uso de VP (horas totales con dispositivos electrónicos + horas de estudio)	12.18 \pm 6.13	
Estudio en papel o dispositivo electrónico (N=71)	PAPEL	24
	DISP	11
	ELEC	
	AMBOS	36
Utilización de flexo (N=80)	SI	60
	NO	18
Estudio con luz ambiente (N=78)	SI	67
	NO	11
Momento estudio (N=78)	DIA	26
	NOCHE	8
	AMBOS	44
Horas de sueño (N=78) (media \pm desviación)	7.04 \pm 0.82	

En la tabla 2 se recogen los resultados de la media del tiempo que pasan los sujetos realizando tareas que requieren trabajo visual en VP, para posteriormente poder comparar y analizar la influencia de estas actividades sobre el estado refractivo y AL.

De la población estudiada (N = 80) la proporción de emétopes es de 38,8%; la de miopes de 47,5% y la de hipermétropes de 13,8% (Figura 1). De los 80 sujetos analizados, 42 presentan antecedentes de miopía en la familia.

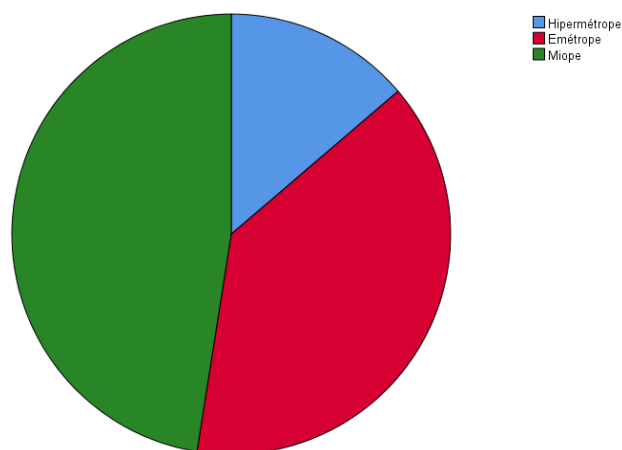


Figura 1. Proporción de emétopes, hipermétropes y miopes en 2019

Por otro lado, respecto a molestias oculares referidas en la encuesta, 11 manifiestan astenopia (13,75%), 16 dolores de cabeza (20%), 9 lagrimeos (11,25%), 7 sensaciones de cuerpo extraño (8,75%) y 37 no refirieron molestias (46,25%).

Para la comparativa de nuestros resultados utilizamos una base de datos realizada en el 2008, conformada por estudiantes de la facultad de Óptica y Optometría, donde los datos demográficos se encuentran expuestos en la tabla 3:

Tabla 3. Datos demográficos población del 2008	
N = 560	
Mujeres (N, %)	170 (30.34%)
Hombres (N, %)	390 (69.6%)
Edad (media \pm SD)	20.34 \pm 2.84
RX (media \pm SD)	-1.19 \pm 1.66 D
AL (media \pm SD)	23.52 \pm 0.96 mm
ACD (media \pm SD)	3.52 \pm 0.30 mm
LT (media \pm SD)	3.61 \pm 0.14 mm
Km (media \pm SD)	43.55 \pm 1.41 D
Ast. corneal (media \pm SD)	0.83 \pm 0.50 D
Longitud vítrea (media \pm desviación)	16.38 \pm 0.89 m

En esta población se encontró que la edad media de aparición de la miopía de estos sujetos fue a los 13.08 ± 4.26 años. En comparación con la nuestra, de esta población (N = 560) la proporción de emétopes es de 41,1%, la de miopes de 55% y la de hipermétropes de 3,9% (Figura 2).

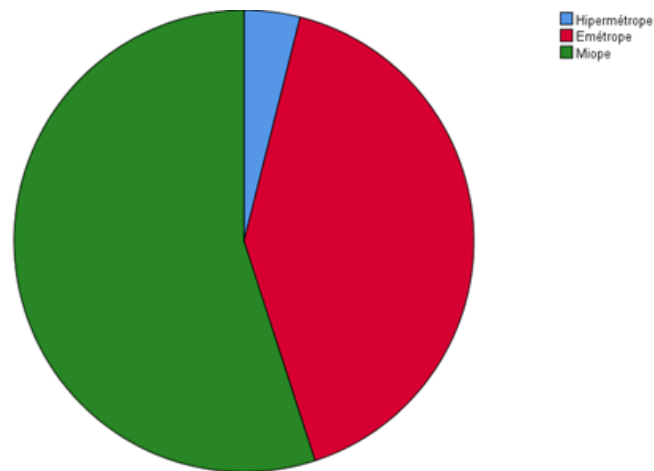


Figura 2. Proporción de emétopes, miopes e hipermétropes en 2008.

De la población del 2008, retiramos de la base de datos todos aquellos casos de miopías magnas ($> -6.00D$) para que la comparación de resultados fuese lo más aproximada a la nuestra, con el fin de evitar que los resultados sufran distorsión y las poblaciones comparadas fueran diferentes desde el punto de vista visual.

También se realizaron las descripciones para la población de miopes, hipermétropes y emétopes de nuestro estudio, y el aportado en el estudio del 2008.

Todo ello se muestra descrito en la tabla adjunta a continuación:

Tabla 4: Tabla comparativa y descriptiva de ambas poblaciones divididas en miopes, hipermétropes y emétopes.

		Nuestro estudio	Estudio 2008
		N = 41	N = 309
Miopes ($\geq -0.50 D$)	AL (media \pm SD)	24.49 ± 1.63 mm	23.90 ± 0.93 mm
	RX (media \pm SD)	-2.86 ± 0.80 D	-2.19 ± 1.47 D
	ACD (media \pm SD)	3.73 ± 0.21 mm	3.52 ± 0.29 mm
	LT (media \pm SD)	3.53 ± 0.26 mm	3.60 ± 0.14 mm
	KM (media \pm SD)	43.96 ± 1.27 D	43.38 ± 1.41 D
		N = 13	N = 33
Hipermétropes ($\geq 0.75 D$)	AL (media \pm SD)	22.41 ± 0.89 mm	22.62 ± 0.77 mm
	RX (media \pm SD)	1.57 ± 0.96 D	1.21 ± 0.71 D

Emétropes (-0.25 D – 0.50 D)	ACD (media \pm SD)	3.33 \pm 0.36 mm	3.45 \pm 0.28 mm
	LT (media \pm SD)	3.53 \pm 0.55 mm	3.67 \pm 0.13 mm
	KM (media \pm SD)	43.87 \pm 1.95 D	42.95 \pm 1.37 D
		N = 26	N = 158
	AL (media \pm SD)	23.16 \pm 0.75 mm	23.06 \pm 0.71 mm
	RX (media \pm SD)	0.12 \pm 0.27 D	0.05 \pm 0.21 D
	ACD (media \pm SD)	3.51 \pm 0.33 mm	3.56 \pm 0.28 mm
	LT (media \pm SD)	3.59 \pm 0.21 mm	3.62 \pm 0.14 mm
	KM (media \pm SD)	43.61 \pm 1.32 D	43.29 \pm 1.38 D

2. ANÁLISIS Y COMPARATIVAS

A continuación, se muestran los resultados obtenidos en la población estudio, la encontrada en la población del 2008 y la comparación entre ambas.

2.1. Variación de la AL:

De la población recogida para este estudio observamos que la media de AL entre los estudiantes de la facultad de Óptica y Optometría se presenta con un valor de 23.72 \pm 1.15 mm. En el caso de la población del 2008, la media de longitud axial que se obtuvo fue de 23.52 \pm 0.96 mm (Tablas 1 y 3).

Se puede observar que la población de este estudio presenta una mayor AL que en el caso de la población del 2008 (23.71 > 23.52) (Figura 3), sin embargo, aunque mayor, la diferencia que se muestra es mínima (0.19 mm).

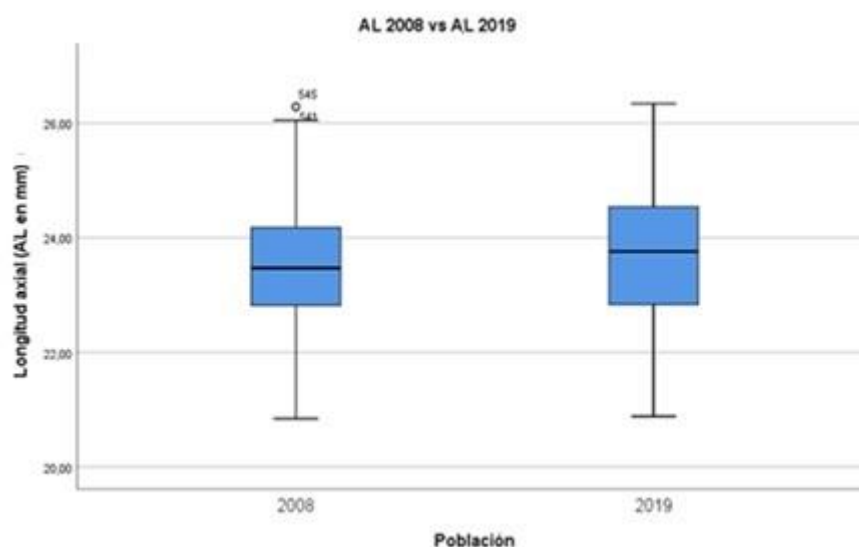


Figura 3. Representación en diagrama de cajas de la AL de la población de 2008 y 2019.

Esta variación, aunque pequeña, se puede observar para el 50% (0.29 mm) y el 75% (0.365 mm) de la población, mientras que el caso del 25%, los valores medios de AL se aprecian prácticamente iguales (Tabla 4).

Tabla 5. Descripción de las dos poblaciones a comparar (2019 vs 2008) en valores de AL.			
		2019 (N = 80)	2008 (N = 560)
Media \pm SD		23.72 \pm 1.15 mm	23.52 \pm 0.96 mm
Percentiles	25	22.83 mm	22.82 mm
	50	23.76 mm	23.47 mm
	75	24.55 mm	24.18 mm

Tras la comparativa mediante el cálculo estadístico se obtuvo que tal diferencia entre ambas poblaciones, aunque ligeramentemente diferente, no es significativa ($p > 0.05$; $p = 0.152$). Entre los diferentes grupos de ametropía, se han encontrado valores significativos entre las poblaciones de miopes ($p < 0.05$; $p = 0.00$).

2.2. Variación del estado refractivo:

De la población muestra se obtuvo un valor medio de RX de -1.17 ± 2.18 D, mientras que en nuestra población de comparación nos encontramos con un valor medio de -1.19 ± 1.66 D (Tablas 1 y 3). En este caso la diferencia existente es prácticamente nula (0.03 D), y por tanto podríamos considerar que el estado refractivo de las dos poblaciones es prácticamente igual (Figura 5).

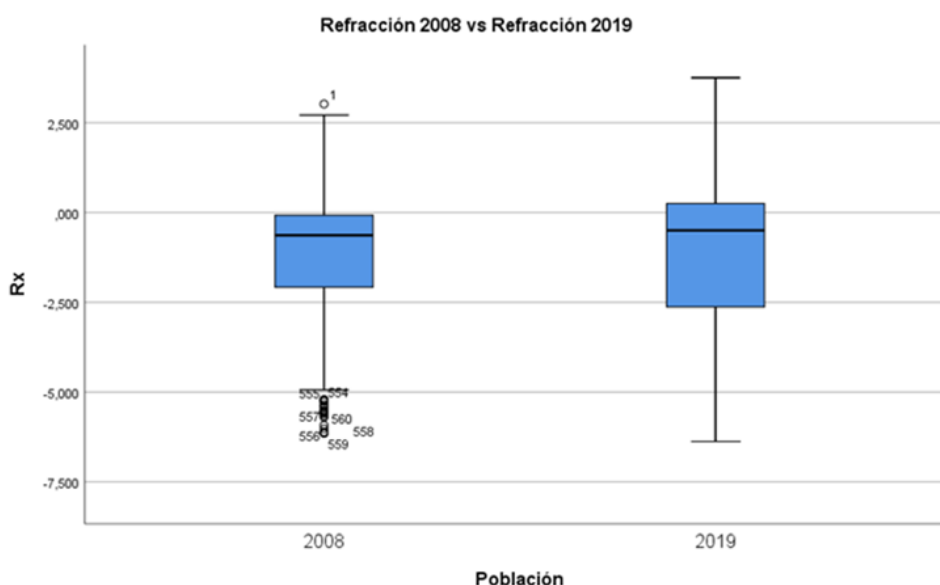


Figura 4. Representación en diagrama de cajas del estado refractivo de la población de 2008 y 2019.

En este caso el 50% - 75% de las poblaciones de estudio se encuentran bastante parecidas (-0.64 D en el 2008, -0.50 D en el 2019 y -0.08 D en el 2008, 0.25 D en el 2019 respectivamente). Sin embargo para el 25% de la población de las diferentes muestras, se muestran medias diferentes, viéndose que para el caso del estudio del 2008, la media de RX para el 25% de la población era de -2.1 D, mientras que en nuestro estudio de población el 25% de nuestros sujetos presentan una media de -2.69 D. Sin embargo, la comparativa y las posibles diferencias encontradas entre los estados refractivos de las dos muestras no presentan valores estadísticamente significativos ($p > 0.05$; $p = 0.309$). Entre los diferentes grupos de ametropía, se ha encontrado valores significativos entre las poblaciones de miopes ($p < 0.05$; $p = 0.011$).

2.3. Relación entre AL con RX:

Tanto en el caso de la población recogida para este estudio $R^2 = 0.577$ ($p < 0.05$; $p = 0.00$) (Figura 6), como ya se observó en el estudio realizado en el 2008, $R^2=0.409$ ($p < 0.05$; $p = 0.00$) (Figura 7), se puede observar una correlación estadísticamente significativa entre la AL y el RX.

En ambos casos se puede observar como a medida que aumenta la AL más altas, el RX de los sujetos se vuelve más negativo, es decir hacia valores más altos de miopía.

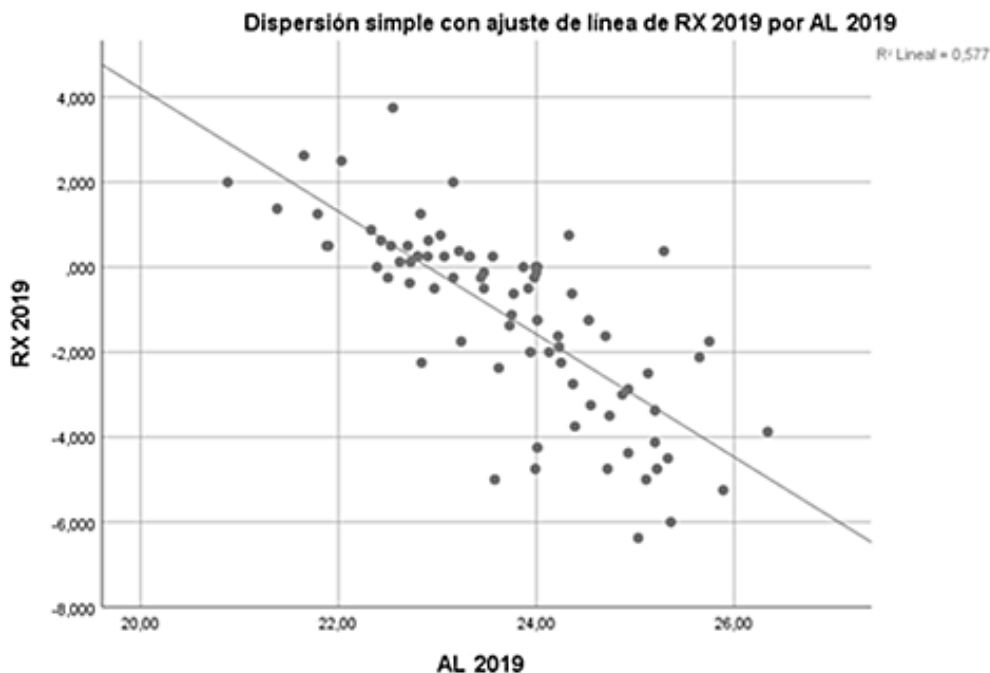


Figura 5. Representación de longitud axial frente a la refracción en la población de 2019

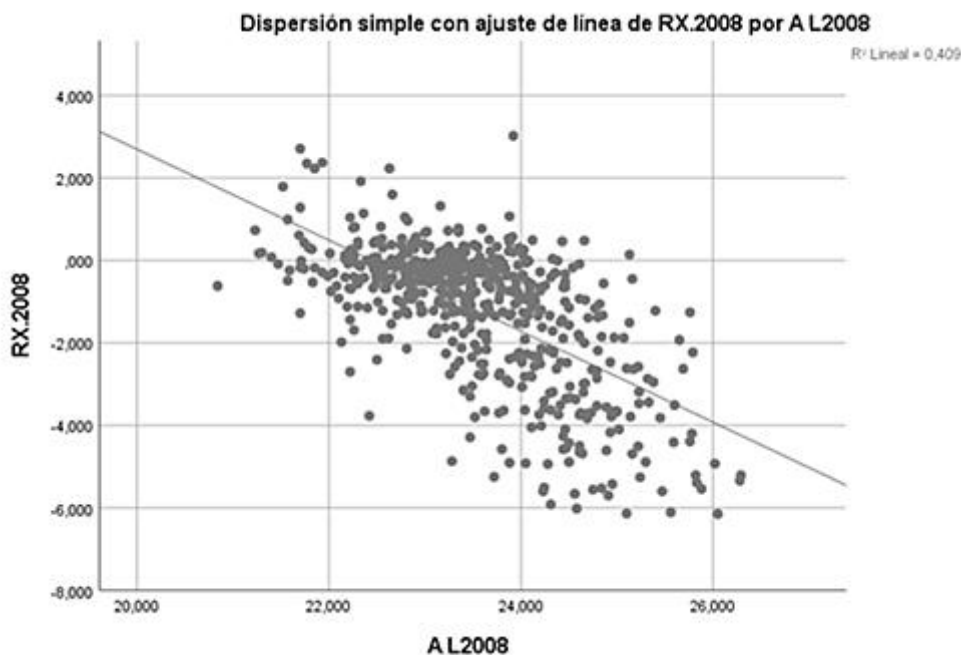


Figura 6. Representación de longitud axial frente a la refracción en la población de 2008.¹

2.4. Relación entre la Km con horas en VP:

La Km media de la población utilizada para este estudio es de 43.33 ± 1.40 D y en el caso del estudio del 2008 obtuvieron un valor de 43.55 ± 1.41 D (Tablas 1 y 3). Entre estos valores encontramos una diferencia pequeña, viéndose que la población del estudio realizado en el 2008 presenta un mayor valor de Km que en el caso de nuestra población estudio (diferencia de 0.22 D). Esta diferencia no se encontró estadísticamente significativa ($p > 0.05$; $p = 0.089$).

Por otro lado, en cuanto a la relación de las Km medias de nuestra población de estudio con las horas totales de uso de la VP (suma entre las horas con dispositivos electrónicos + horas de estudio = 12.18 ± 6.13 horas/día) no se encontró ninguna correlación estadísticamente significativa entre ambas ($p > 0.05$; $p = 0.599$).

2.5. Relación entre AL y Km:

Al relacionar la AL con la Km, tanto para la población de 2019 (Figura 8) con $R^2 = 0.110$ y ($p < 0.05$; $p = 0.008$), como para la población de 2008 (Figura 9) con $R^2 = 0.184$ y ($p < 0.05$; $p = 0.000$), hemos obtenido que la correlación es estadísticamente significativa.

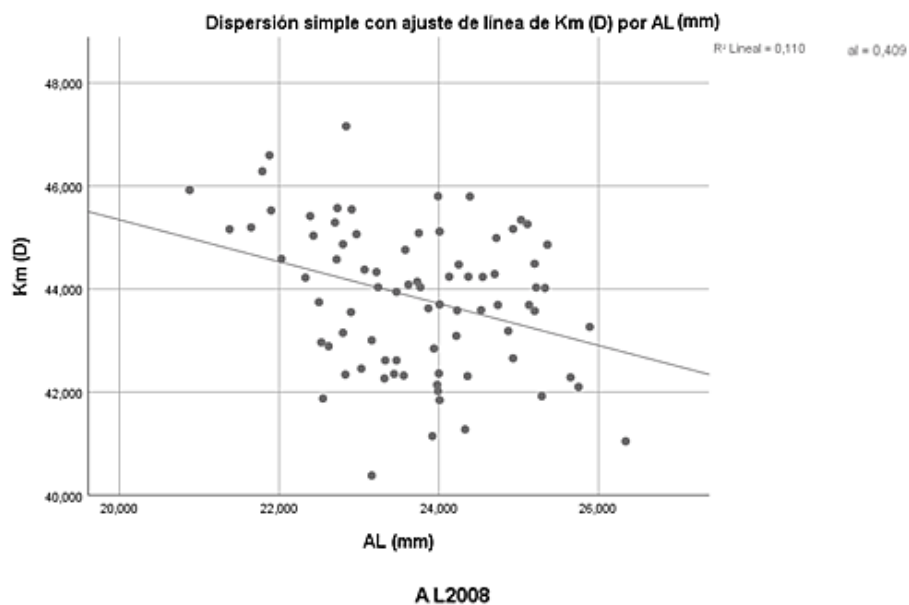


Figura 7. Representación de longitud axial frente a queratometría en 2019.

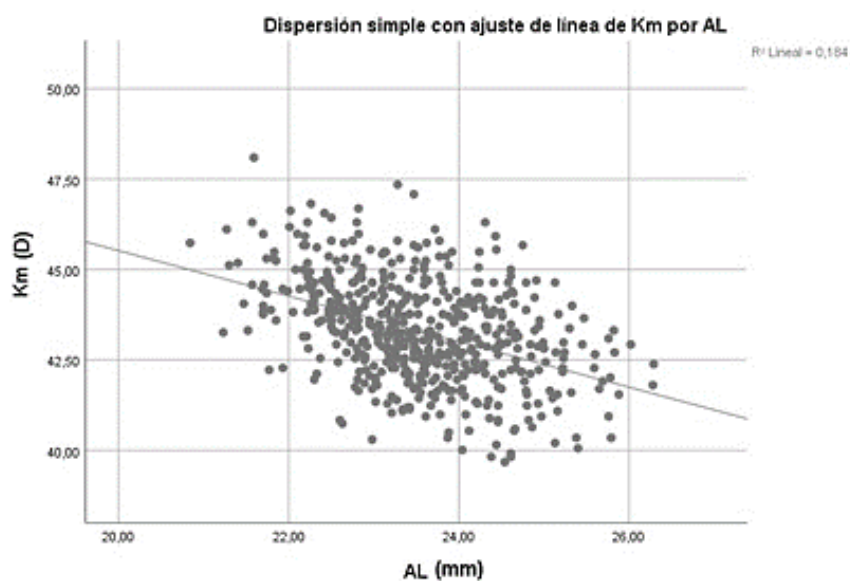


Figura 8. Representación de longitud axial frente a queratometría en 2008.

2.6. Relación entre la ACD con las horas en VP:

La ACD media de la población utilizada para este estudio es de 3.59 ± 0.32 mm y en el caso del estudio del 2008 obtuvieron un valor de 3.52 ± 0.30 mm (Tablas 1 y 3).

Los dos valores de las medias son prácticamente iguales y no se encontró diferencia estadísticamente significativa ($p > 0.05$; $p = 0.065$).

En cuanto a la relación de las ACD medias de nuestra población de estudio con las horas totales de uso de la VP (suma entre las horas con dispositivos electrónicos + horas de estudio = $12,18 \text{ h} \pm 6.13 \text{ horas/día}$) no se encontró ninguna correlación estadísticamente significativa entre ambas ($p > 0.05$; $p = 0.844$).

2.7. Relación entre la AL y el número de horas en VP y en VL:

Para finalizar, valoramos la posible relación entre el número de horas totales al día en VP (las cuales incluyen el uso de dispositivos electrónicos) y el número de horas al día en VL junto al aire libre.

De esta posible relación, obtuvimos mediante el cálculo estadístico la no correlación de la AL con las horas totales al día en VP ($p > 0.05$; $p = 0.864$), ni con las horas totales al aire libre ($p > 0.05$; $p = 0.703$).

En relación a los diferentes grupos de ametropía, tampoco encontramos diferencias entre miopes ($p > 0.05$; $p = 0.614$), hipermétropes ($p > 0.05$; $p = 0.591$) y emétropes ($p > 0.05$; $p = 0.607$). En cuanto al número elevado de horas al aire libre, en del mismo modo caso que en el caso anterior, no se encontraron correlaciones significativas en cuanto a los diferentes grupos: miopes ($p > 0.05$; $p = 0.798$), hipermétropes ($p > 0.05$; $p = 0.822$) y emétropes ($p > 0.05$; $p = 0.406$).

DISCUSIÓN

El enorme crecimiento de la tecnología en los últimos años ha provocado que, gran parte del tiempo invertido por los jóvenes de nuestro siglo, se hayan sustituido las actividades al aire libre por optar a quedarse en casa un número elevado de horas utilizando diferentes dispositivos electrónicos, como pueden ser smartphones, tablets, ordenadores, etc... Pero esto no solamente afecta a su tiempo libre. El avance de las tecnologías también ha evolucionado mucho en el campo educacional, en donde ya en muchos colegios se aplican el uso de tablets en vez de libros para el estudio en clase, o ya de manera general, el uso de tablets y ordenadores para el estudio, en vez de en papel.

Este número elevado de horas en visión próxima con el uso de dispositivos electrónicos, no solamente afectará en cuanto a la sintomatología ocular, como es el caso de sequedad ocular, irritación, fatiga ocular, etc; sino que también, a largo plazo puede considerarse un factor de riesgo ambiental elevado para la progresión de la miopía.^{32,33}

Para nuestra población muestra conformada por 80 jóvenes-adultos, hemos realizado las comparaciones de los resultados obtenidos con los valores mostrados en un estudio realizado en la facultad de Óptica y Optometría en el 2008 a 560 sujetos.¹ Además, a través de una encuesta de respuesta subjetiva, hemos relacionado los datos actuales con las horas que emplean los sujetos en VP y al aire libre.

En primer lugar, tras analizar los resultados medios de la población de estudio, el valor de refracción media es de -1.17 ± 2.18 D y la AL media es 23.72 ± 1.15 mm. Dentro de esta población, la proporción de emétopes, miopes e hipermetropes es 38.8%, 47.5% y 13.8%, respectivamente. La media de horas al aire libre para esta población es de 9.95 ± 6.57 horas a la semana, frente a 7.61 ± 3.80 horas al día de uso de dispositivos electrónicos y 4.86 ± 4.66 horas al día de estudio, siendo este estudio en la mayoría de los casos inferior el uso de papel (N = 24) que el uso tanto de dispositivos electrónicos como de papel (N = 36).

Hemos observado que los resultados obtenidos son similares a los que se obtuvieron en el estudio realizado en el 2008, donde la refracción media fue de -1.19 ± 1.66 D y la AL media fue 23.52 ± 0.96 mm. Al realizar el análisis, para la comparativa entre ambas poblaciones de estudio, no obtuvimos diferencia estadísticamente significativa (($p = 0.309$) para error refractivo y ($p = 0.152$) para la AL). Aunque, podemos observar que se aprecia cierta tendencia hacia el aumento en la AL, lo que podría

indicarnos cierto agravamiento hacia la miopía. Por otro lado, aunque los valores refractivos sean prácticamente similares, la desviación típica de nuestros datos es mayor, siendo evidente que dentro de esta población los valores refractivos presentan mayor variación.

La evolución de la AL se ha querido estudiar en este trabajo, en donde, como se ha mostrado en apartados anteriores, la media de nuestra población de estudio fue de 23.72 mm y en comparación con el estudio del 2008, en donde obtuvieron una media de 23.52 mm, la diferencia no es estadísticamente significativa ($p = 0.152$). Aunque esta diferencia no sea relevante, entre estas dos poblaciones de estudio, se puede apreciar una ligera tendencia al aumento.

Decidimos valorar la variación de la AL para cada una de las ametropías presentes en el estudio: miopía (≥ -0.50 D), hipermetropía (≥ 0.75 D) y emetropía (-0.25 D - 0.50 D). La descripción entre ambos grupos se encuentra resumido, tanto para el estudio presente como para el del 2008 en la tabla 5. Entre los grupos de ametropía observamos que la AL varía considerablemente. Sin embargo, la diferencia entre el valor de AL de los miopes para nuestro grupo de estudio, y el aportado en el estudio del 2008 en donde la media de la población miope fue de 23.90 mm, nuestro estudio presentaba un valor de media mayor que en este, de 24.49 mm. Tras la realización de las comparativas mediante la T-Student para muestras independientes obtuvimos que la diferencia de AL entre ambos grupos de estudio era significativa ($p < 0.05$; $p = 0.00$). Por tanto, podemos concluir que, en el caso de los miopes, los valores de AL han presentado variación a lo largo de 11 años. Realizamos el mismo procedimiento con los hipermétropes y emétropes de ambos estudios, y no presentaron variación, es decir, no había diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$).

Para el caso del error refractivo aplicamos el mismo procedimiento para valorar la posible variación entre los miopes, hipermétropes y emétropes de ambos estudios. El resultado obtenido para el caso de los hipermétropes y de los emétropes no fue significativo ($p > 0.05$); sin embargo, para el caso de los miopes el error refractivo de nuestro grupo presentaban un mayor grado de miopía que en el caso del estudio del 2008 ($p < 0.05$; $p = 0.011$).

Por tanto, podemos decir que los miopes de nuestro estudio son más miopes tanto por error refractivo como por tamaño de la AL.

En los estudios de 1991 de Grosvenor y Scott en donde su población de 79 estudiantes universitarios mostró una media de 23.94mm de AL y en el caso del estudio de 1999 de King et al, en donde la media de AL fue de 23.83 mm para su población de

140 estudiantes universitarios, mostraron una variación parecida a la encontrada en nuestro estudio.^{23,34}

TABLA 6 : Comparativa entre estudios de Grosvenor y Scott de 1991; y Kinge et al de 1999, variación de la AL y del RX (equivalente esférico)

	Nuestro estudio 2019	Estudio 2008	Kinge et al 1999	Grosvenor y Scott 1991
Miopes (N)	(N = 41)	(N = 309)	(N = 73)	(N = 55)
AL	24.49 mm	23.90 mm	24.37 mm	24.14 mm
RX	- 2.86 D	- 2.19 D	- 2.29 D	- 2.76 D
Hipermétropes (N)	(N = 13)	(N = 33)	(N = 39)	-----
AL	22.41mm	22.62 mm	23.10 mm	-----
RX	1.57 D	1.20 D	1.08 D	-----
Emétropes (N)	(N = 26)	(N = 158)	(N = 37)	(N = 24)
AL	23.16 mm	23.07 mm	23.54 mm	23.46 mm
RX	0.12 D	0.05 D	0.12 D	0.36 D

Ambos estudios investigaron una población parecida a la nuestra, estudiantes universitarios de entre los 18 a los 20 años de edad, observando las posibles diferencias biométricas y refractivas tras 3 años de evolución a la misma población de estudio. Grosvenor y Scott, observaron que, tras tres años, los miopes presentaron un aumento de la AL significativo ($p < 0.05$).³⁵ Sin embargo, en el caso de los valores de error refractivo, tornaron más hacia la hipermetropía y emetropía; y en muy pocos casos se observó un aumento hacia la miopía como es en el caso de nuestro estudio. Por otro lado, Kinge et al, mostraron tanto aumento de la AL como de error refractivo en su población de miopes, donde la población miope aumentó de un 49% a un 60% ($p < 0.001$). En este estudio mostraron que el mayor cambio estructural del globo ocular fue la AL, y observaron una correlación positiva entre el grado de miopía y la profundidad de cámara vítrea ($p < 0.0001$).³⁴

Este último estudio apoya que las altas demandas educativas presentan un mayor riesgo de progresión y aparición de la miopía, ya que observaron que los estudiantes de primer año que participaron, fueron los que presentaron un mayor aumento de la miopía (tanto en AL, como en error refractivo). Para nuestro estudio, el hecho de haber encontrado diferencias significativas en los miopes únicamente, puede darnos a pensar que pueda existir algún factor asociado a la miopía que pueda estar provocando un aumento en esta población joven-adulta.

Como era de esperar, la relación obtenida entre la AL y la refracción es estadísticamente significativa ($p < 0.05$). Esto se traduce en que la longitud axial es mayor cuanto más negativa, más miope, es la refracción (Figuras 6 y 7). Estos resultados que hemos obtenidos siguen la línea de diversos estudios previos.^{12,13,18,19}

En cuanto a la medida de la Km y el tiempo empleado en tareas que demanda la visión próxima no hemos obtenido ninguna relación entre ambas ($p > 0.05$; $p = 0.089$). En cambio, la relación entre la Km y la AL sí guarda significancia estadística (Figuras 8 y 9). La Km de la población actual en 2019 (43.33 ± 1.40 D) es menor que la Km de la población de 2008 (43.55 ± 1.41 D), es decir, la córnea tiene una tendencia hacia el aplanamiento. Además, junto a la ligera tendencia observada de la AL al aumento, la relación entre ambos cambios, es lo que nos ha llevado a hipotetizar que no haya variación en la refracción, ya que el crecimiento axial del ojo se vería compensado con el aplanamiento del radio corneal. Resultados similares han sido obtenidos en el estudio de Yebra-Pimentel et al., 2004,³⁶ en el cual analizaron el ratio entre la AL y el radio corneal en función de los diferentes parámetros oculares, siendo el ratio mayor de 2.98 ± 0.69 para la correlación con la refracción ($r = 0,80$, $r^2 = 0,64$, $p = 0,000$). Es decir, según los resultados obtenidos en este estudio, el 64% de los casos de variación del estado refractivo pueden estar relacionados con la variación de la relación AL/RC.³⁶

Estudios epidemiológicos han demostrado ya con anterioridad la correlación positiva entre el grado de miopía y el tiempo en visión próxima³⁷⁻⁴⁰ Las altas demandas educativas influyen mucho en el aumento del tiempo utilizado en actividades en visión cercana. Inicialmente se pensó que el aumento de la acomodación asociada con el trabajo en cerca mediaba efectos en el desarrollo de la miopía. Sin embargo, estudios que utilizan medidas detalladas basadas en el tiempo o ponderadas por acomodación utilizada en trabajo en cerca, no han demostrado asociaciones sólidas entre el trabajo en cerca y la miopía, en particular cuando la influencia de otros factores como el error refractivo de los padres se toma en cuenta. Una de las explicaciones alternativas es la presencia del desenfoque hipermetrópico periférico inducido por el retraso acomodativo que se produce tras el uso prolongado de la visión próxima.^{9,41}

Jenny et al, realizaron un estudio a un grupo de niños australianos, con una media de edad de 12.7 años, donde valoraron los cambios biométricos y refractivos asociados al uso prolongado de la visión próxima. En dicho estudio, observaron que aquellos niños que presentaban un mayor número de horas de lectura, tendieron hacia la miopía, aunque la tendencia no alcanzó significación estadística después del ajuste ($p = 0.06$); y esto mismo no se asoció con el valor de la AL.⁴¹

En nuestro caso particular, comparamos las horas totales de visión próxima (horas de estudio + horas con dispositivos electrónicos) que realizaban los participantes con el valor de AL que presentaron. Del mismo modo que en el caso de Jenny et al, no observamos una correlación significativa entre ambos parámetros ($p > 0.05$; $p = 0.864$) y tampoco entre los diferentes grupos de miopes ($p > 0.05$; $p = 0.614$), hipermétropes ($p > 0.05$; $p = 0.591$) y emétropes ($p > 0.05$; $p = 0.607$). En cuanto al número elevado de horas al aire libre, en su estudio, se asociaron con valores más hipermetrópicos, sin embargo en nuestro caso, los valores de mayor tiempo al aire libre al día se correspondieron con la población más miope; y, en cuanto a su asociación con la AL, del mismo modo que en el caso anterior, no se encontraron correlaciones significativas ($p > 0.05$; $p = 0.703$), ni en cuanto a los diferentes grupos: miopes ($p > 0.05$; $p = 0.798$), hipermétropes ($p > 0.05$; $p = 0.822$) y emétropes ($p > 0.05$; $p = 0.406$).

TABLA 7: Horas totales al día de VP y de horas al aire libre en la población de 80 jóvenes-adultos, asociados a miopía, hipermetropía y emetropía.

	Miopes (N=40)	Hipermétropes (N= 13)	Emétropes (N = 26)
Horas VP al día (media \pm SD)	12.18 \pm 6.13	12.67 \pm 5.09	12.15 \pm 6.83
Horas al aire libre al día (media \pm SD)	4.3 \pm 1.50	1.40 \pm 0.80	1.32 \pm 0.87

Nuestros participantes, en cambio, en cuanto a las horas al aire libre como se puede observar en la tabla 7, las horas invertidas son muy pocas, y en el total de la población estudiada encontramos que la media en horas totales en uso de VP al día fueron de 12.18 \pm 6.13 horas y las horas invertidas al aire libre 1.45 \pm 0.95 horas al día.

En los niños la progresión de la miopía generalmente está asociado al crecimiento de la AL. En el caso de los jóvenes-adultos, también se ha encontrado que está asociado típicamente con periodos sustancialmente elevados de actividades en visión cercana, en donde se pueden encontrar involucrados la acomodación y la convergencia. En los casos en donde se aplican largos periodos de tiempo en visión próxima, conllevan demandas acomodativas elevadas que producen cambios sustanciales de la AL. Estudios como el de Ghosh et al,⁴² o el de Woodman et al,⁴³ muestran esos cambios de AL tras periodos elevados en visión próxima.

En el caso de Ghosh et al, para su muestra de 20 jóvenes-adultos (10 miopes y 10 emétropes) de entre 18-30 años de edad, obtuvieron que el crecimiento de la longitud axial fue pequeño, aunque significativo ($p < 0.05$) nada más comenzarse el periodo de

visión próxima (0 min) obteniéndose un aumento de la AL en $4 \pm 9 \mu\text{m}$. Y para el caso del máximo tiempo (10 min) en visión próxima se encontraron con un valor de aumento de $8 \pm 13 \mu\text{m}$ para la AL. Esto en cómputo global entre toda su población muestra. Además, obtuvieron que el mayor cambio ($p < 0.05$) de AL se obtuvo con una demanda acomodativa de 2.5 D y en condiciones de mirada hacia abajo, en vez de en posición primaria de mirada ($13 \pm 13 \mu\text{m}$ en 0 min y $23 \pm 13 \mu\text{m}$ en 10 min). Para el caso de la ACD, obtuvieron que la profundidad disminuía con la demanda en visión próxima, aunque esta diferencia no fue significativa en cuanto a la cantidad de dioptrías a acomodar y tiempo ($p > 0.05$). Al final encontraron que se produjo un incremento de la AL después de estar 10 minutos en visión próxima, de $8 \mu\text{m}$ en su muestra. Y este incremento era mayor si la visión próxima se produce en condiciones de mirada hacia abajo ($23 \mu\text{m}$ de aumento).⁴²

Para el caso de Woodman et al, investigaron los efectos de la visión próxima en la AL en miopes y emétopes. Constataron que, de sus 40 jóvenes-adultos de entre 18 a los 33 años (20 miopes y 20 emétopes), tras los 30 min de lectura la AL en los 40 participantes aumentó una media de $0.015 \pm 0.019 \text{ mm}$, en donde a los 10 min del cese de la lectura la regresión fue de $0.0003 \pm 0.018 \text{ mm}$ (ANOVA, $p < 0.001$). Entre los miopes y emétopes no encontraron significación entre las medidas ($p > 0.09$), sin embargo, sí encontraron significación entre el patrón de regresión entre ambos grupos, dejándose en claro la diferencia de cambio de longitud axial después de la tarea cercana entre los grupos, viéndose que el tiempo transcurrido de regresión de la AL entre los miopes fue mayor que en el de los emétopes ($p < 0.05$), es decir, que los miopes mantienen ese incremento de la AL durante más tiempo tras el cese de la visión próxima. Y si además presentaban valores de miopía más elevados, el valor de crecimiento de la AL tras la acomodación fue mayor.⁴³

Jones-Jordan et al, en su estudio a lo largo de 16 años en niños de entre 6-14 años, en donde en un comienzo todos presentaban emetropía, obtuvieron que las horas dedicadas a la semana leyendo por placer, estudiando y con el uso de ordenadores / videojuegos no fue significativamente diferente entre los grupos de nuevos miopes y emétopes. Pero para las diferentes actividades, los niños que se volvieron miopes realizaron más horas por semana que los niños emétopes correspondientes al estudio. En nuestro caso, no encontramos ninguna asociación entre miopes, hipermétropes y emétopes con el número elevado de horas en visión próxima o con el uso de aparatos electrónicos. En el caso de Jones-Jordan et al, especificaron en su estudio, que las grandes diferencias, especialmente en el caso de los niños miopes, se observaron durante los 4 – 5 años desde el comienzo de la miopía, en donde, por ejemplo, el

aumento del tiempo de lectura presentó diferencias promediadas de 0,7 horas a 1,5 horas más por semana de lectura o incluso en cuanto al uso del ordenador / videojuegos en donde las diferencias promediadas fueron de entre 0,8 y 1,9 horas más por semana.³⁸

A lo largo del curso académico en la primaria, la prevalencia de miopía se encuentra en el 13.7%, cifra que aumenta considerablemente en la secundaria (69.7%) por el cambio en el estilo de vida y el incremento de la carga escolar.⁹ Muchos estudios a lo largo de los 5 continentes han confirmado que cuanto mayor es el nivel de estudios o los éxitos educativos, más alta es la prevalencia de la miopía. Aunque esta interacción aún se encuentra controversial y muchos autores lo consideran como uno de varios de los factores asociados, sí que se ha observado que, si existen antecedentes genéticos de miopía más una carga educacional elevada, se presenta como un factor de riesgo elevado a progresar o a aparecer la miopía.⁴⁴

Las cargas elevadas en VP, también aumentadas por el consumo excesivo de los dispositivos electrónicos, se han asociado con el aumento en la prevalencia de la miopía. Se han teorizado diferentes causas para el aumento de la miopía.

Dentro de las posibles causas, encontramos el desenfoque retiniano miópico, el cual se encuentra apoyado dentro de la teoría de a finales del siglo XIX de Cohn y Fuchs, en donde teorizaron que el esfuerzo continuado de acomodación daría lugar a un tipo de espasmo acomodativo que continuaría incluso después de finalizar la tarea de trabajo cercano. Otros en cambio apoyan el posible proceso provocado por el “lag” acomodativo con el uso continuado en cerca, en donde cuando se produce, el estímulo acomodativo, excede la respuesta acomodativa en un cierto valor de dioptrías y, en consecuencia, el ojo no es capaz de enfocar la imagen del objeto con precisión en fóvea, lo que lleva a un desenfoque hipermetrópico durante el trabajo de cerca. Este desenfoque hipermetrópico puede generar el crecimiento axial del globo ocular induciéndose así la miopía. Y, en otros casos, asociaron el tiempo empleado en VP con la progresión de la miopía, en donde en el estudio de Huang et al⁴⁵, encontraron que se producía un aumento del 2% en las probabilidades de padecer miopía por cada dioptría-hora adicional de tiempo dedicado a los trabajos cercanos por semana. Sin embargo, estas relaciones aún están pendientes de corroborarse científicamente, ya que según algunos investigadores expertos han afirmado que sería necesario un esfuerzo casi constante para alterar significativamente el crecimiento del ojo humano.⁴⁴

Unido a esta tendencia de aumento de la población miope han surgido diferentes técnicas para frenar este proceso y, con ello, evitar las patologías que lleva asociada la miopía magna. Técnicas, como son la hipocorrección, hoy en día están en desuso, ya

que se ha demostrado que no solo no frenan el avance miópico, sino que además lo aceleran.⁴⁶ Otra técnica también utilizada es la prescripción de lentes multifocales con adición en cerca, con el fin de que reducir el esfuerzo acomodativo del ojo en visión próxima.⁴⁷ Por otro lado, otra medida eficaz, pero que cuenta con numerosos efectos adversos en altas dosis, es la instilación de atropina.⁴⁸ Otras técnicas más actuales y que están teniendo gran relevancia en el campo de la optometría y cuyos resultados en el control de la miopía están siendo efectivos son las lentes de ortoqueratología⁴⁹ y las lentes de desenfoque periférico.⁴⁶

Por último, diversos estudios han relacionado, al igual que nosotras, la exposición de tiempo al aire libre con el retraso de la progresión de la miopía. Por un lado, se ha relacionado la exposición al aire libre con la vitamina D y D3, y se han establecido los niveles de esta como biomarcador de esta exposición al aire libre, pero no se ha demostrado que tenga relación con la progresión de la miopía.⁵⁰ Por otro lado, otra hipótesis planteada es el efecto a la exposición a la luz ultravioleta, la cual, produce la secreción la hormona dopamina, que relacionada con el control de la miopía.⁵¹ Actualmente, solo hay hipótesis acerca de los mecanismos fisiológicos para el control de la miopía y la exposición al aire libre. Lo que sí está claro, es la relación que existe entre la disminución de la exposición al aire que se ha producido en los últimos años, ligada al aumento del uso de las nuevas tecnologías implicando el uso de la visión en tareas de cerca, y la evolución de la población hacia la miopía. En numerosos países, sobre todo asiáticos, ya se ha implantado medidas que controlan el esfuerzo acomodativo en tareas de visión cercana, por ejemplo, en los colegios,⁴⁶ quedando todavía mucho trabajo por hacer, ya que los últimos resultados siguen evidenciando la tendencia miópica de la población, y son pocos los concienciados de las medidas actuales para frenar la progresión de la miopía. Si no hacemos nada, ¿se llegará a convertir en una pandemia?

Relacionando nuestro estudio con los expuestos, podemos decir que en la población joven-adulta actual hay una tendencia hacia un desarrollo miópico en cuanto a la AL se refiere y, especialmente, esta tendencia se pone más de manifiesto en la población miope.

Entre las limitaciones que hemos presentado en nuestro estudio, tenemos que destacar la presencia de una muestra pequeña (N=80), asociado al poco tiempo del que disponíamos. Por otro lado, entre los sujetos que se presentaron voluntarios, solamente contamos con nueve varones, los cuales no eran suficientes para realizar comparativas entre ambos sexos. Además, hemos trabajado comparando nuestros resultados con

una muestra mucho más amplia, por lo que la dispersión de nuestros resultados es mayor. Para futuros estudios, sugerimos utilizar una muestra más amplia y que guarde proporción entre ambos sexos, y continuar comparado el aumento en la longitud axial con los diferentes parámetros biométricos, así como con las horas en visión próxima, que cabe esperar que vayan en aumento. Otra limitación que hemos presentado a la hora de analizar los resultados, es que, en el estudio realizado en 2008 utilizaban un biómetro ultrasónico, mientras que nosotras hemos empleado un biómetro óptico. Esto implica que esperábamos obtener una diferencia de 130 μm (0.13 mm) en la AL entre ambas poblaciones, siendo mayor nuestros valores. Esto es debido a que el biómetro ultrasónico mide desde córnea hasta membrana limitante interna, mientras que el biómetro óptico mide desde córnea hasta epitelio pigmentario de la retina.⁵²

Consideramos interesantes nuestros resultados para su utilización y/o comparación en futuros estudios en los cuales se emplee en mismo tipo de biómetro (óptico), con una población de características similares a la nuestras, con el fin de poder evaluar si siguen produciendo cambios en las futuras poblaciones para las cuales suponemos que incrementarán el número de horas con dispositivos electrónicos. Además de comenzar a una edad más temprana su utilización.

CONCLUSIONES

Las conclusiones a las que hemos llegado, tras la realización del estudio y la comparación con los resultados obtenidos de una población similar en 2008, son las que se muestran enumeradas a continuación:

1. Nuestros resultados muestran una tendencia hacia el crecimiento axial del globo ocular.
2. Este aumento de la AL y del error refractivo tiene mayor impacto en la población miope.
3. A la vez que se ha producido la elongación del globo ocular, también hemos obtenido unos resultados que muestran una tendencia hacia el aplanamiento del radio corneal en comparación con el estudio del 2008.
4. En nuestro estudio no hemos obtenido variación del estado refractivo con respecto a la población analizada en 2008. Esto se puede deber a la relación entre el aumento de la longitud axial y el aplanamiento del radio corneal, que, pueden ser los causantes de la compensación de la refracción ocular.

BIBLIOGRAFÍA

1. Blanco, F. G., Fernandez, J. C. S. & Sanz, M. A. M. Axial Length, Corneal Radius, and Age of Myopia Onset. *Optom. Vis. Sci.* **85**, 89–96 (2008).
2. Aagaard, J. Drawn to distraction: A qualitative study of off-task use of educational technology. *Comput. Educ.* **87**, 90–97 (2015).
3. Holden, B. A. *et al.* Global Prevalence of Myopia and High Myopia and Temporal Trends from 2000 through 2050. *Ophthalmology* **123**, 1036–1042 (2016).
4. Ópticos-Optometristas, C. N. de. 1 de cada 3 jóvenes será miope por el uso diario de smartphones y tabletas en el 2020. (2018).
5. Grosvenor, T. & Scott, R. Three-year changes in refraction and its components in youth-onset and early adult-onset myopia. *Optom. Vis. Sci.* **70**, 677–683 (1993).
6. Rey-rodríguez, D. V & Álvarez-peregrina, C. Prevalencia y factores asociados a miopía en jóvenes. *Rev. Mex. Oftalmol.* **95**, 223–8 (2016).
7. Vagge, A. *et al.* Prevention of Progression in Myopia: A Systematic Review. *Diseases* **6**, 92 (2018).
8. Tideman, J. W. L. *et al.* Axial length growth and the risk of developing myopia in European children. *Acta Ophthalmol.* **96**, 301–309 (2018).
9. Rey-Rodríguez, D. V., Álvarez-Peregrina, C. & Moreno-Montoya, J. Prevalencia y factores asociados a miopía en jóvenes. *Rev. Mex. Oftalmol.* **91**, 223–228 (2017).
10. Morgan, I. & Rose, K. How genetic is school myopia? *Prog. Retin. Eye Res.* **24**, 1–38 (2005).
11. Bear, J. C. Epidemiology and genetics of refractive anomalies. *Stoneham, MA Butterworth-Heinemann* (1991).
12. Rusnak, S., Salcman, V., Hecova, L. & Kasl, Z. Myopia Progression Risk: Seasonal and Lifestyle Variations in Axial Length Growth in Czech Children. *J. Ophthalmol.* **2018**, 5076454 (2018).
13. Owens, D. A. Near work, accommodative tonus, and myopia. *Refract. Anomalies, Res. Clin. Appl.* (1991).
14. Yackle, K., & Fitzgerald, D. E. Emmetropization: an overview. *J. Behav. Optom* **10**, 38–43 (1999).
15. Millodots, M. THE EFFECT OF REFRACTIVE ERROR ON THE ACCOMMODATIVE RESPONSE GRADIENT *. **6**, 145–149 (1986).
16. Visual, S., Vol, O., Salle, L. & Salle, L. Una revisión sobre el proceso de emetropización. **8**, 101–111 (2010).
17. Gil del Rio, E. *Óptica Fisiológica Clínica*. (Ediciones Toray. S.A, 1984).
18. Woodman, E. C., Read, S. A. & Collins, M. J. Axial length and choroidal thickness changes accompanying prolonged accommodation in myopes and emmetropes. *Vision Res.* **72**, 34–41 (2012).
19. Young, F. A. & Leary, G. A. Accommodation and vitreous chamber pressure: a proposed mechanism for myopia. *Bost. Butterworth-Heinemann* 301–9 (1991).

20. Laughton, D. S., Sheppard, A. L., Mallen, E. A. H., Read, S. A. & Davies, L. N. Does transient increase in axial length during accommodation attenuate with age? *Clin. Exp. Optom.* **100**, 676–682 (2017).
21. Gil del Rio, E. *Optica Fisiológica Clínica*. (1984).
22. Du, C. *et al.* Anterior segment biometry during accommodation imaged with ultralong scan depth optical coherence tomography. *Ophthalmology* **119**, 2479–85 (2012).
23. Grosvenor, T. & Scott, R. Comparison of refractive components in youth-onset and early adult-onset myopia. *Optom. Vis. Sci.* **68**, 204–209 (1991).
24. Zadnik, K., Mutti, D., Friedman, N. & Adams, A. Initial cross-sectional results from the Orinda Longitudinal Study of Myopia. *Optom. Vis. Sci.* **70**, 750–758 (1993).
25. Sorsby, A., Leary, G. A. & Richards, M. J. Correlation ametropia and component ametropia. *Vision Res.* **2**, 309–313 (1962).
26. Lund-Andersen, H., Sebag, J., Sander, B. & La Cour, M. *The Vitreous. Advances in Organ Biology* **10**, (2005).
27. Ophtalmologique, C. L'apparition. **49**, 454–466 (1966).
28. Reitblat, O., Levy, A., Kleinmann, G. & Assia, E. I. Accuracy of intraocular lens power calculation using three optical biometry measurement devices: The OA-2000, Lenstar-LS900 and IOLMaster-500. *Eye* **32**, 1244–1252 (2018).
29. Pereira, J. M. M. *et al.* Lenstar® LS 900 vs Pentacam®-AXL: Comparative study of ocular biometric measurements and intraocular lens power calculation. *Eur. J. Ophthalmol.* **28**, 645–651 (2018).
30. Ayala, Z. N. M. Estudio Comparativo Del Comportamiento De La Agudeza Visual Tomada Con El Optotipo De Bailey Lovie Vs. Angular De Letras Y El Optotipo De Snellen Vs. Angular De Letras, En Pacientes Con Ambliopía Refractiva Entre 5 Y 12 Años. *Cienc. Tecnol. para la Salud Vis. y Ocul.* **11**, (2008).
31. Bennett, J. R., Stalboerger, G. M., Hodge, D. O. & Schornack, M. M. Comparison of refractive assessment by wavefront aberrometry, autorefraction, and subjective refraction. *J. Optom.* **8**, 109–115 (2015).
32. Rosenfield, M. Computer vision syndrome: a review of ocular causes and potential treatments. *Ophthalmic Physiol. Opt.* **31**, 502–515 (2011).
33. Venegas Acosta, A. & Acosta, V. *Problemas de fatiga visual por el uso continuo del computador Citación recomendada*. (2001).
34. Kinge, B., Midelfart, A., Jacobsen, G. & Rystad, J. Biometric changes in the eyes of Norwegian university students--a three-year longitudinal study. *Acta Ophthalmol. Scand.* **77**, 648–52 (1999).
35. Grosvenor, T. & Scott, R. Three-year changes in refraction and its components in youth-onset and early adult-onset myopia. *Optom. Vis. Sci.* **70**, 677–83 (1993).
36. Yebra-Pimentel, E. *et al.* Variación de la ratio longitud axial/radio corneal (LA/RC) con el estado refractivo ocular. Relación con los componentes oculares. *Arch Soc Esp Oftalmol* **79**, (2004).
37. Whitmore, W. G. A biometric study of ocular changes during accommodation. *Am. J. Ophthalmol.* **115**, 682 (1993).

38. Jones-Jordan, L. A. *et al.* Visual activity before and after the onset of juvenile myopia. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* **52**, 1841–50 (2011).
39. Muhamedagic, L. *et al.* Relation Between Near Work and Myopia Progression in Student Population. *Mater. Socio Medica* **26**, 100 (2014).
40. Lu, B. *et al.* Associations between near work, outdoor activity, and myopia among adolescent students in rural China: the Xichang Pediatric Refractive Error Study report no. 2. *Arch. Ophthalmol. (Chicago, Ill. 1960)* **127**, 769–75 (2009).
41. Ip, J. M. *et al.* Role of Near Work in Myopia : Findings in a Sample of. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* **49**, (2008).
42. Ghosh, A., Collins, M. J., Read, S. A., Davis, B. A. & Chatterjee, P. Axial Elongation Associated with Biomechanical Factors During Near Work. *Optom. Vis. Sci.* **91**, 1 (2014).
43. Woodman, E. C. *et al.* Axial elongation following prolonged near work in myopes and emmetropes. *Br. J. Ophthalmol.* **95**, 652–656 (2011).
44. Galvis, V., Tello, A., Camacho, P. A., Parra, M. M. & Merayo-Llves, J. Los factores bioambientales asociados a la miopía: una revisión actualizada. *Arch. Soc. Esp. Oftalmol.* **92**, 307–325 (2017).
45. Huang, H. M., Chang, D. S. T. & Wu, P. C. The association between near work activities and myopia in children - A systematic review and meta-analysis. *PLoS One* **10**, 1–15 (2015).
46. Perez-flores, I. & Povisa, H. Revisión Tratamiento médico de la miopía. **XLVII**, 79–94 (2019).
47. Jj, W. *et al.* Interventions to slow progression of myopia in children (Review). (2011).
48. Huang, J. *et al.* Ef fi cacy Comparison of 16 Interventions for Myopia Control in Children A Network Meta-analysis. 1–12 (2015).
49. Leo, S. W. Current approaches to myopia control. 267–275 (2017).
50. Guggenheim, J. A. *et al.* Does Vitamin D Mediate the Protective Effects of Time Outdoors On Myopia ? Findings From a Prospective Birth Cohort. (2014).
51. Norton, T. T. & Jr, J. T. S. Light levels , refractive development , and myopia e A speculative review. *Exp. Eye Res.* **114**, 48–57 (2013).
52. Garzon N, Muñoz M, Poyales, F. Cálculo de la potencia de lentes intraoculares. *Gac. Opt.* **425**, 22–24 (2008).

ANEXO I – CUESTIONARIO RELLENADO POR LOS PARTICIPANTES

Código: CITFM_BIO.....

**CUESTIONARIO TRABAJO FIN DE MASTER: ESTUDIO DE LA EVOLUCIÓN DEL ESTADO
REFRACTIVO Y BIOMETRÍA EN POBLACIÓN JOVEN-ADULTA**

Completa la siguiente tabla y responde a las siguientes preguntas con la máxima sinceridad posible:

ANTECEDENTES PERSONALES GENERALES	
ENFERMEDADES SITEMICAS	
ALÉRGIAS	
MEDICACIÓN	
ANTECEDENTES OCULARES/OFTALMICOS	
SINTOMAS	<input type="checkbox"/> Dolor de cabeza <input type="checkbox"/> Sensación de cuerpo extraño <input type="checkbox"/> Lagrimeo <input type="checkbox"/> Astenopia (¿cuándo?): _____ <input type="checkbox"/> Otros: _____
ENFERMEDADES	
CIRUGÍAS	
USO DE CORRECCIÓN ÓPTICA	<input type="checkbox"/> Gafas <input type="checkbox"/> LC <input type="checkbox"/> Orto-k <input type="checkbox"/> Ninguno
ANTECEDECNTES FAMILIARES (miopías, hipermetropías, ambliopía, estrabismos)	
AFICIONES	
ESCRIBE 2 O 3 AFICIONES QUE REALICE HABITUALMENTRE	

1) ¿Cuántas horas dedicas al día al uso de dispositivos electrónicos?

- a. Móvil: _____
- b. Ordenador (Fijo / Portátil) _____
- c. Tablet: _____
- d. Video juegos (Play Station, Xbox, Nintendo): _____

- 2) ¿Cuántas horas dedica a la semana a realizar actividades al aire libre? (Pasear al perro, montar en bicicleta, ir al campo, etc?)

- 3) ¿Cuántas horas al día dedicas a estudiar/leer? ¿Estudias sobre papel o sobre algún dispositivo electrónico? Indícanos cual.

- 4) ¿Cómo consideras que son las condiciones de iluminación de tu lugar de estudio?

- a. ¿Estudias con flexo? SI / NO
- b. ¿Tienes luz ambiente mientras estudias? SI / NO
- c. ¿En qué momento del día estudias? Día / Noche / Ambas
- d. Comentarios:

- 5) ¿Cuántas horas al día duermes?

ANEXO II – ACEPTACIÓN DEL COMITÉ DE ÉTICA



Hospital Clínico San Carlos

Comunidad de Madrid

Informe Dictamen Protocolo Favorable

C.P. BID-JOVEN 2017 - C.I. 17/493-E TFM

12 de enero de 2018

CEIC Hospital Clínico San Carlos

Dra. Mar García Arenillas
Presidenta del CEIC Hospital Clínico San Carlos

CERTIFICA

Que el CEIC Hospital Clínico San Carlos en su reunión del día 13/12/2017, acta 12.1/17 ha evaluado la propuesta del promotor/investigador referida al estudio:

Título: "Evolución del error refractivo y biometría ocular en población infantil y joven adulta"

Código Interno: 17/493-E_TFM

Promotor: Master Optometría y Visión. Facultad de Óptica y Optometría. Universidad Complutense de Madrid.
Versión Protocolo Evaluada: Noviembre 2017

Que en este estudio:

- o Se cumplen los requisitos necesarios de idoneidad del protocolo en relación con los objetivos del estudio y están justificados los riesgos y molestias previsibles para el sujeto.
- o Es adecuado el procedimiento para obtener el consentimiento informado.
- o La capacidad del investigador y los medios disponibles son adecuados para llevar a cabo el estudio.
- o El alcance de las compensaciones económicas previstas no interfiere con el respeto de los postulados éticos.
- o Se cumplen los preceptos éticos formulados en la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica mundial sobre principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos y en sus posteriores revisiones, así como aquellos exigidos por la normativa legal aplicable en función de las características del estudio.

Es por ello que el Comité informa favorablemente sobre la realización de dicho proyecto por el Dr. Miguel Ángel Muñoz, de la Facultad de Óptica y Optometría. Universidad Complutense de Madrid

Lo que firmo en Madrid, a 12 de enero de 2018

Dra. Mar García Arenillas
Presidenta del CEIC Hospital Clínico San Carlos

ANEXO III – INFORMACIÓN PARA LOS PARTICIPANTES SOBRE EL ESTUDIO

EVOLUCIÓN DEL ERROR REFRACTIVO Y BIOMETRÍA OCULAR EN POBLACIÓN JOVEN-ADULTA

Se le ha solicitado que participe en un ensayo promovido por profesores investigadores. En este estudio se evaluará el efecto la acomodación o tareas de cerca en la refracción del paciente y en las medidas del ojo.

¿Cuál es el fundamento y el objetivo de este estudio?

Diversos estudios demográficos muestran una mayor prevalencia de la miopía en los núcleos urbanos y destacan la influencia multifactorial: racial, ambiental y socio-económica. Los últimos factores que se están analizando como predisponentes al desarrollo y progresión de la miopía, son: genéticos, nivel de educación, tiempo actividades en visión próxima y actividades al aire libre y exposición a distintos niveles de luminosidad.

El objetivo de este estudio es determinar los cambios biométricos que se han producido en la población joven-adulta en los últimos 30 años asociados al uso de tecnologías en visión cercana.

¿Es necesario que participe?

Su participación es absolutamente voluntaria. Si decide intervenir, deberá firmar un formulario de consentimiento. Aun así, podrá retirarse del estudio en cualquier momento sin dar ninguna explicación. Si decide abandonar el estudio, le rogaríamos que estableciera contacto con nosotros.

¿Cómo se efectuará el estudio?

Este estudio consiste en la realización de tres pruebas no invasivas, para lo que no es necesario poner ningún colirio en el ojo.

Este estudio no afecta al desarrollo de su consulta habitual o futuras.

Se le graduará de manera objetiva (mediante un autorrefractómetro) que nos dará la graduación aproximada que usted presenta. Para ellos, sólo tendrá que mirar durante unos segundos a una imagen mientras el autorrefractómetro hace la medida.

A continuación se le graduará la vista, mediante lentes, y usted tendrá que contestar indicando las letras que ve y que no ve.

Por último, se le hará una biometría de modo que mientras usted mira a una imagen, el biómetro medirá en unos segundos el tamaño de su ojo sin causar ninguna molestia.

¿Qué beneficios puede esperar de su intervención?

El estudio nos permitirá obtener más datos sobre la evolución de la miopía en la población estudiada y poder prevenir y/o corregir estos cambios sobre la población infantil y joven para mejorar su calidad visual.

En su caso concreto, es posible que no obtenga ningún beneficio directo.

¿Cuáles son los posibles efectos secundarios, los riesgos y las molestias derivadas de mi participación?

No se espera ningún efecto secundario derivado de su participación.

¿Se tratará de manera confidencial la información recogida en el estudio?

Durante el estudio se recogerán datos sobre su estado de salud, la fecha de nacimiento y los resultados de las exploraciones. Esta información se procesará y guardará en un fichero de investigación clínica de esta Universidad, con el único fin del estudio de los datos, que se tratarán de forma rigurosamente confidencial. El responsable del fichero será el investigador principal del estudio, Miguel Ángel Muñoz Sanz. El resultado del estudio se podrá publicar en una revista médica, pero sin desvelar su identidad. En todo caso se cumplirá con la ley orgánica sobre protección de datos de carácter personal (Ley 15/99), por lo que usted tiene derecho de acceso, rectificación, cancelación y oposición a los datos recogidos. Para poder ejercitar esos derechos debe dirigirse a Prof. Miguel Ángel Muñoz Sanz. Facultad de Óptica y Optometría. Universidad Complutense de Madrid. Avda. Arcos de Jalón, 118. 28037 Madrid.

Por último, es posible que los representantes designados por las autoridades sanitarias o el comité de ética que apruebe el estudio inspeccionen su historial para confirmar que el estudio se ha ejecutado de modo correcto. Toda esta información se tratará de manera rigurosamente confidencial.

ANEXO IV – CONSENTIMIENTO INFORMADO

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Título del estudio: “Evolución del error refractivo y biometría ocular en población joven- adulta”

Código: CITFM_BIO.....

Yo: _____
(Poner nombre y apellidos)

Declaro que he sido amplia y satisfactoriamente informado de forma oral, he leído este documento, he comprendido y estoy conforme con las explicaciones del procedimiento, que dicha información ha sido realizada.

He hablado con: _____
(Nombre del investigador)

Comprendo que mi participación es voluntaria. Comprendo que puedo retirarme del estudio:

- 1º Cuando quiera
- 2º Sin tener que dar explicaciones
- 3º Sin que esto repercuta en mis cuidados médicos

Presto libremente mi conformidad para participar en el estudio

Firma del participante

Fecha: _____

Firma del investigador

Fecha: _____